設備認識
與Modbus基礎實務

LIVING 3.0 智慧化居住空間展示中心
108 年智慧生活應用工作坊

課程目標

- 認識居家空調設備。
- 理解系統整合基本概念。
- 理解 Modbus 通訊協定。
- 利用 PyModbus 實踐基本 Modbus 通訊。

事前準備

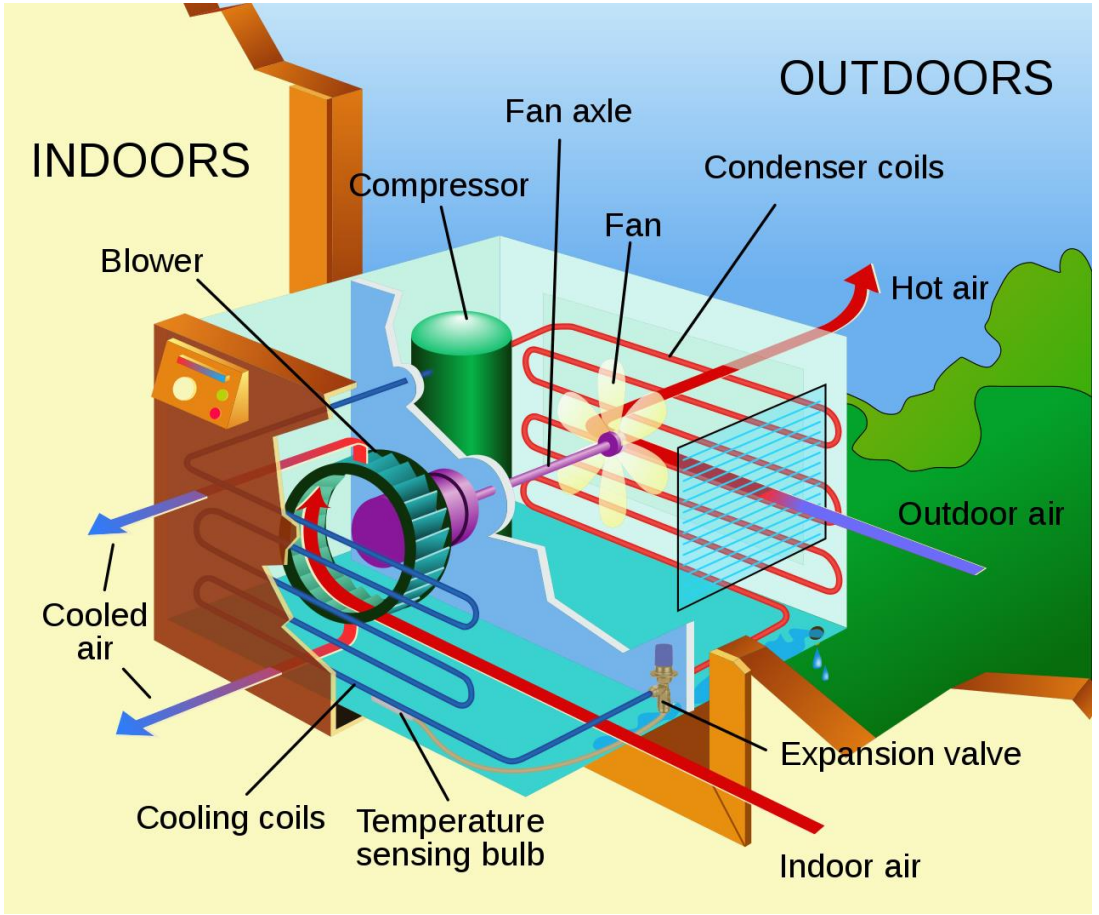
- SSH 伺服連線工具
  - MobaXterm。
  - Mac 或 Linux 內建之 ssh 殼層應用程式。
- Python 套件

  > pip install pymodbus

- 非必要工具
  - Wireshark 網路封包監聽用。

居家空調設備

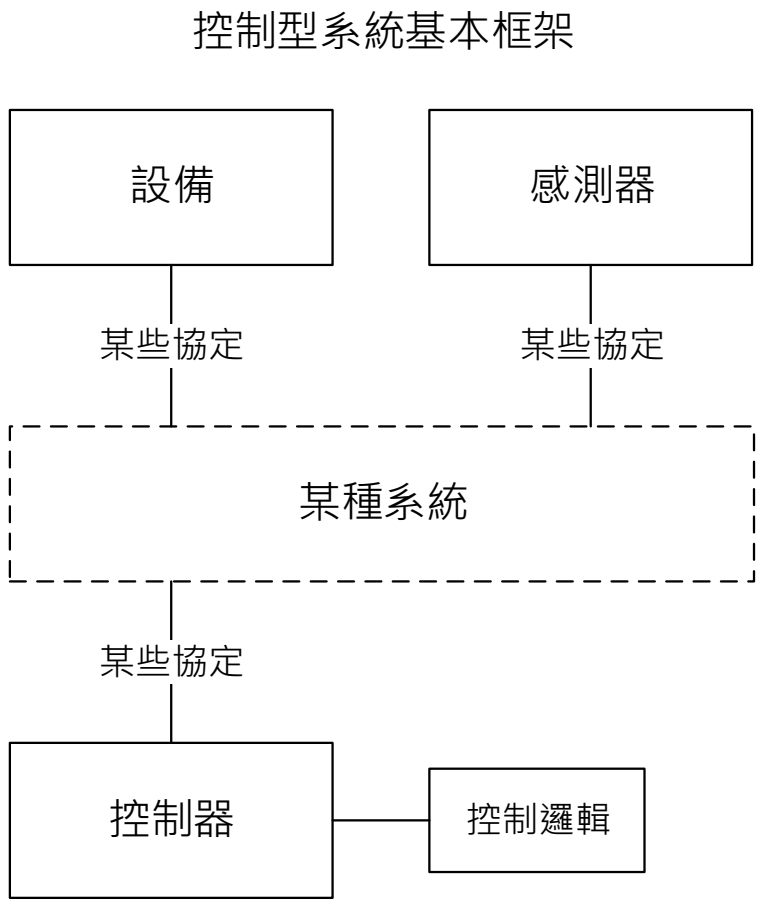
- 空氣調節
  - 控制空氣之物理特性滿足人員舒適或其他需求。
- 常見居家空調設備
  - 冷（暖）氣
    - 提供製冷製熱
    - 可控制溫度
  - 全熱交換器
    - 提供新鮮外氣
    - 可控制汙染物（如 CO2）濃度



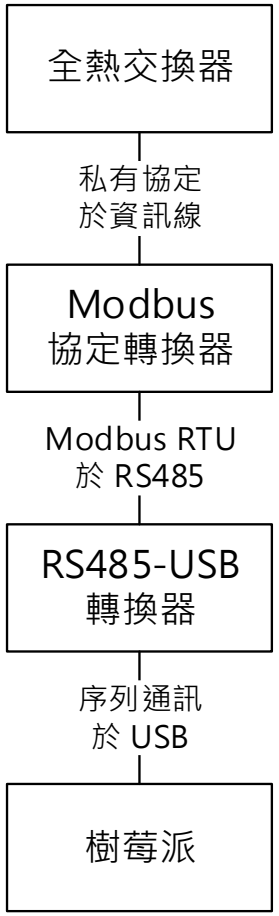
圖源：[Wikipedia]

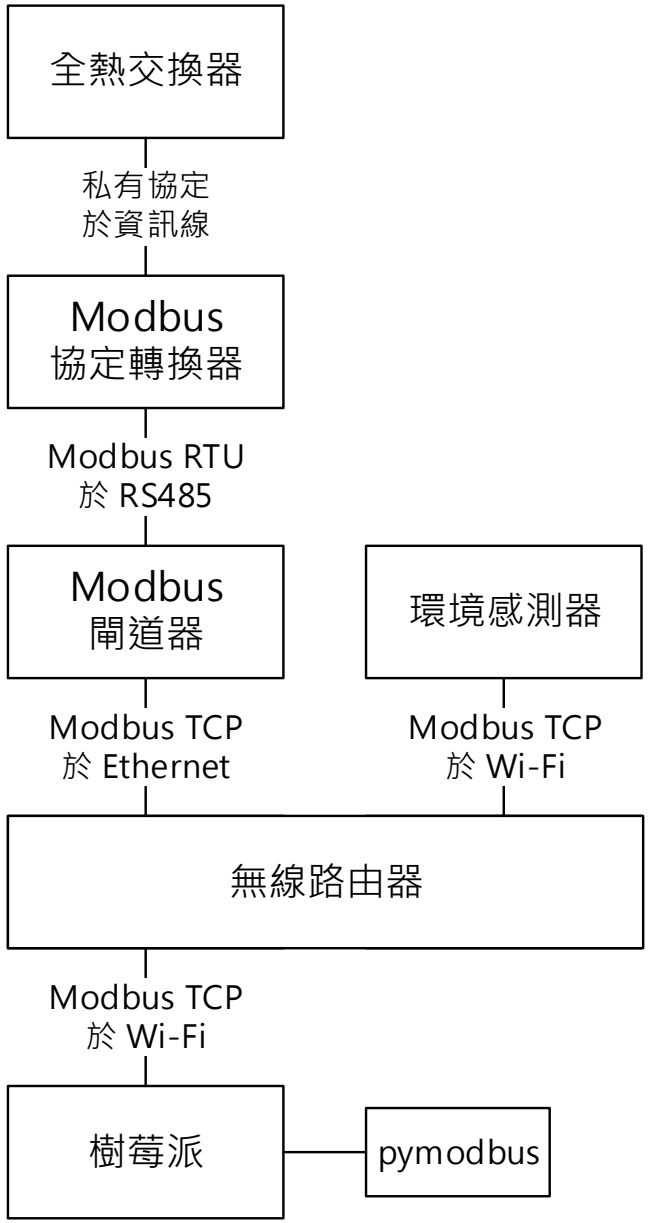
控制系統設計通論

- 流程：
  1. 發掘問題。
     - 我想增進室內空氣品質。
     - 我想採用新風引入的方式進行。
  2. 盤點資源（硬體與技術）。
     - 我有個全熱交換機。
     - 說明書表示其採用 Modbus 通訊。
     - 據說 Modbus 通訊等等老師會教。
  3. 設計系統。
  4. 實踐系統。



課程整合架構

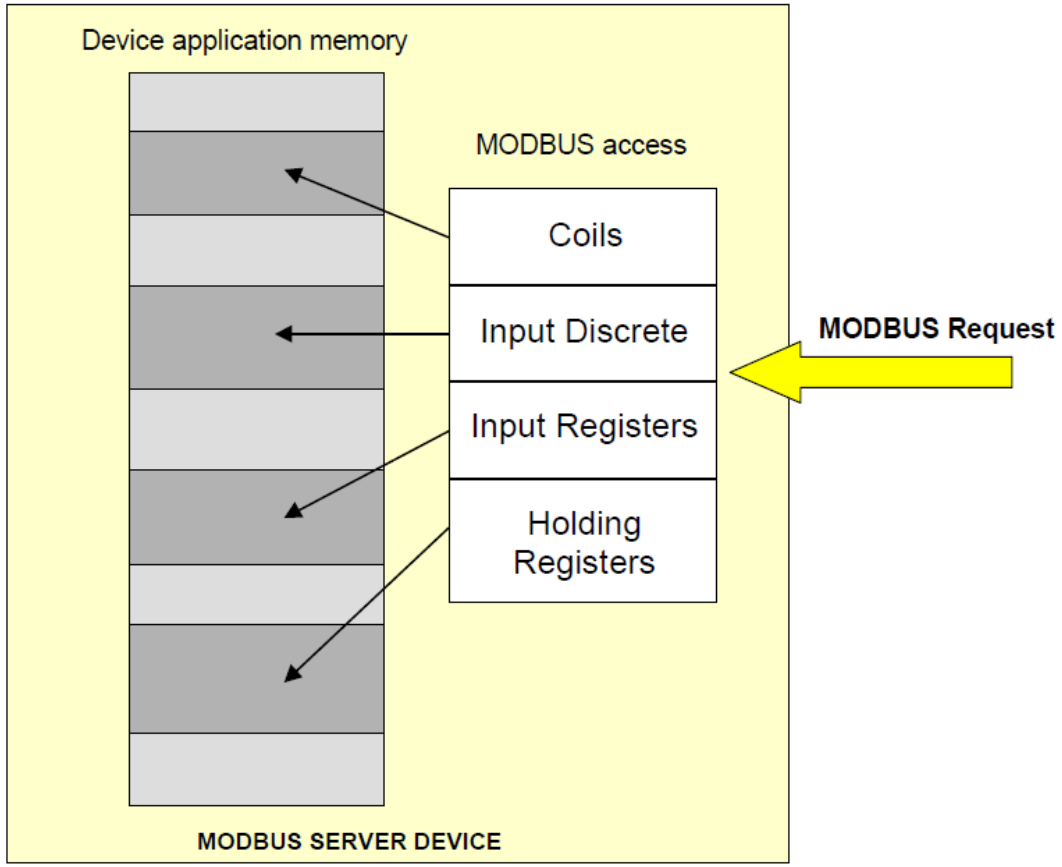

全熱交換器
私有協定
於資訊線
Modbus
協定轉換器
Modbus RTU
於 RS485
RS485-USB
轉換器
序列通訊
於 USB
樹莓派


全熱交換器
私有協定
於資訊線
Modbus
協定轉換器
Modbus RTU
於 RS485
Modbus
閘道器
環境感測器
Modbus TCP
於 Ethernet
Modbus TCP
於 Wi-Fi
無線路由器
Modbus TCP
於 Wi-Fi
樹莓派
pymodbus

Modbus 協定

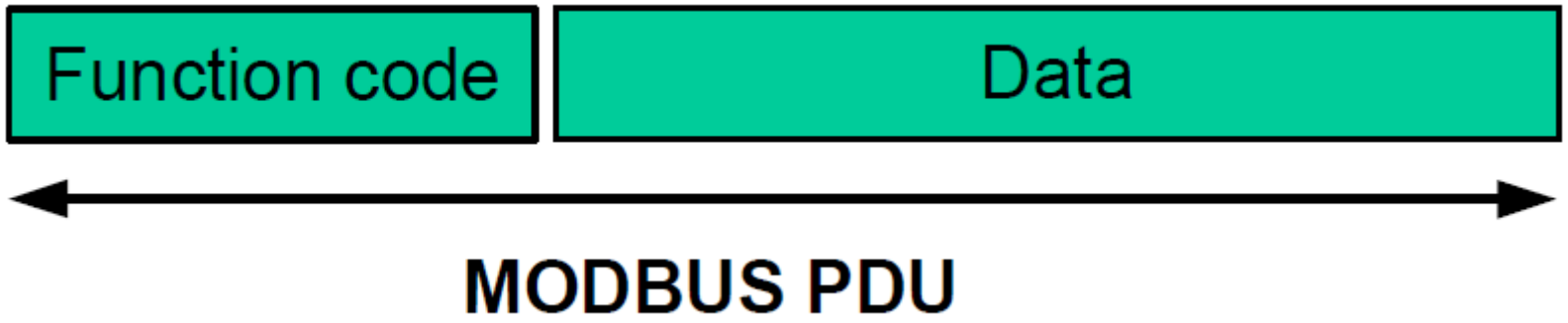
- 為整合 PLC（可程式化控制器）通訊設計之協定，是現今工業控制領域的主流標準。
- 該協定包含設備記憶體配置與傳訊方法之規範。
- 不同的網路層有不同的擴展：
  - Modbus RTU（通常乘載於 RS-485 實體層）。
  - Modbus TCP（乘載於 Ethernet 上並以 TCP/IP 方式封裝）。

Modbus 記憶體配置



- 四種資料類型抽象
  - 線圈
    - 數位輸出點（Digital Output）
    - 每位址1 bit 寬
  - 離散輸入
    - 數位輸出點（Digital Input）
    - 每位址1 bit 寬
  - 寄存器輸入
    - 類比輸入點（Analog Input）
    - 每位址 16 bit 寬
  - 保持寄存器
    - 類比輸出點（Analog Output ）
    - 每位址 16 bit 寬

Modbus 請求基本訊框



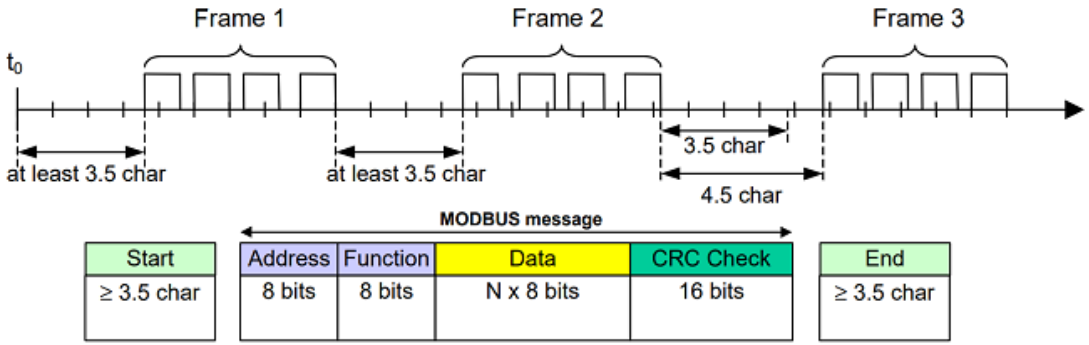
- Modbus 請求的最基本構成
  - 功能碼。
  - 資料。

Modbus 功能碼對應

				Function Codes	
				code	*Sub code*
Data Access	**Bit access**	Physical Discrete Inputs	Read Discrete Inputs	**02**	
		Internal Bits Or Physical coils	Read Coils	**01**	
			Write Single Coil	**05**	
			Write Multiple Coils	**15**	
	16 bits access	Physical Input Registers	Read Input Register	**04**	
		Internal Registers Or Physical Output Registers	Read Holding Registers	**03**	
			Write Single Register	**06**	
			Write Multiple Registers	**16**	
			Read/Write Multiple Registers	**23**	
			Mask Write Register	**22**	
			Read FIFO queue	**24**	
	File record access		Read File record	**20**	
			Write File record	**21**	
Diagnostics			Read Exception status	**07**	
			Diagnostic	**08**	**00-18,20**
			Get Com event counter	**11**	
			Get Com Event Log	**12**	
			Report Server ID	**17**	
			Read device Identification	**43**	**14**
Other			Encapsulated Interface Transport	**43**	**13,14**
			CANopen General Reference	**43**	**13**

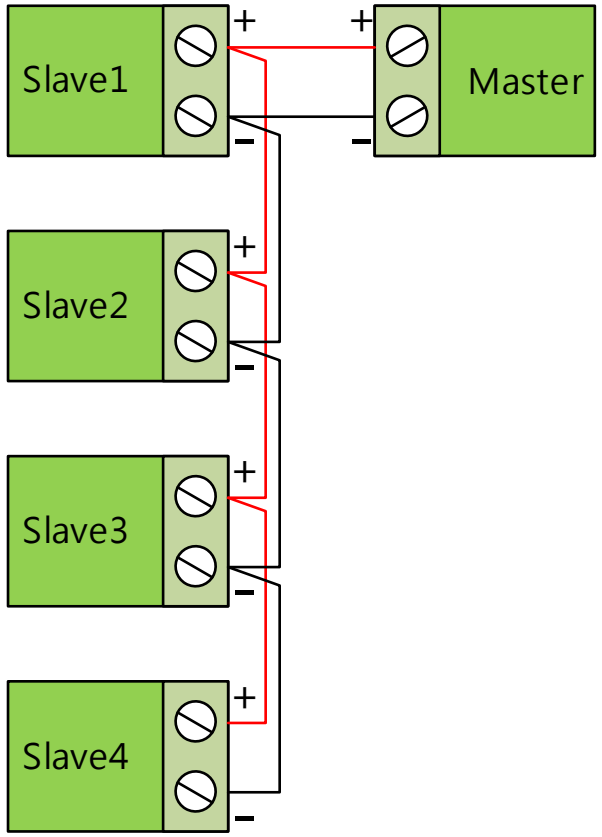
- 資料存取類功能碼對應於特定記憶體分區之行為，以下常用：
  - 01 讀取線圈
  - 02 讀取離散輸入
  - 03 讀取保持寄存器
  - 04 讀取寄存器輸入
  - 05 寫入單一線圈
  - 06 寫入單一寄存器
  - 15 寫入多個線圈
  - 16 寫入多個寄存器

Modbus RTU 訊框構成



- 每訊框（frame，幀）由 4 個部分構成
  - 從站位址（Address、Slave ID）
  - 功能代碼（Function Code）
  - 資料（Data）
  - 檢查碼（CRC）
- 其中從站位址與檢查碼是因應網路層尋找設備與驗證命令可靠性而擴展的部分。

Modbus RTU 常用實體層 - RS485 總線



- 兩線菊花鍊串聯。
- 以兩線電壓差分訊號通訊。
- 單主多從式半雙工廣播通訊。

Modbus RTU 通訊前設定

- 鮑率（Baud Rate）：即傳輸速度，9600、19200 bps 等
- 資料長度（Data Bits）：5 ~ 8 bits，最常見為 8 bits
- 同位校驗（Parity）：無校驗（N）/奇校驗（O）/偶校驗（E）
- 停止位元（ Stop Bit ）：1、1.5、2 bits

Modbus RTU 讀取保持寄存器

01 03 40 00 00 01 91 CA

ADR FUN DATA CRC

- 傳至 01 號設備
- 請求執行 03 號功能
  - 讀取保持寄存器（Read Holding Registers）
- 內文為 40 00 00 01
  - 以 03 號命令的解釋法為，從 40 00 讀取 00 01 個寄存器。
- 檢查碼 91 CA

Modbus RTU 讀取保持寄存器之回傳

01 03 02 00 00 B8 44

ADR FUN DATA CRC

- 來自 01 號設備
- 回應 03 號功能
  - 讀取保持寄存器（Read Holding Registers）
- 內文為 02 00 00
  - 以 03 號命令的解釋法為，共讀取 02 Byte 長，讀取內容為 00 00。
- 檢查碼 B8 44

Modbus RTU 寫入單一保持寄存器

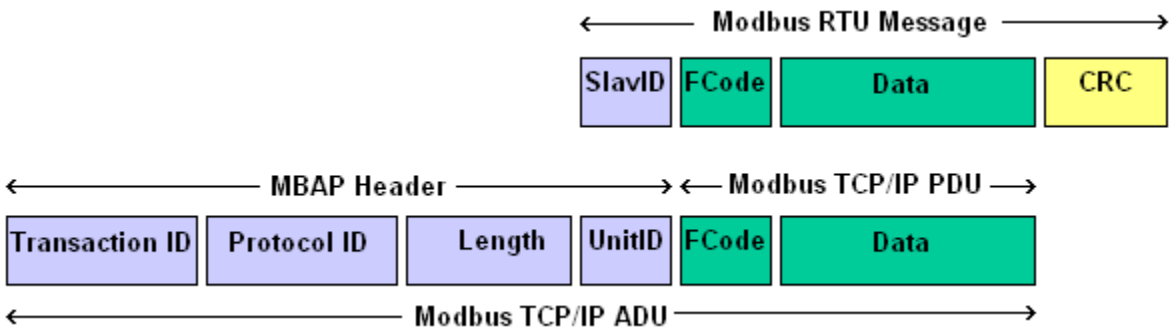
01 06 40 00 00 01 5D CA

ADR FUN DATA CRC

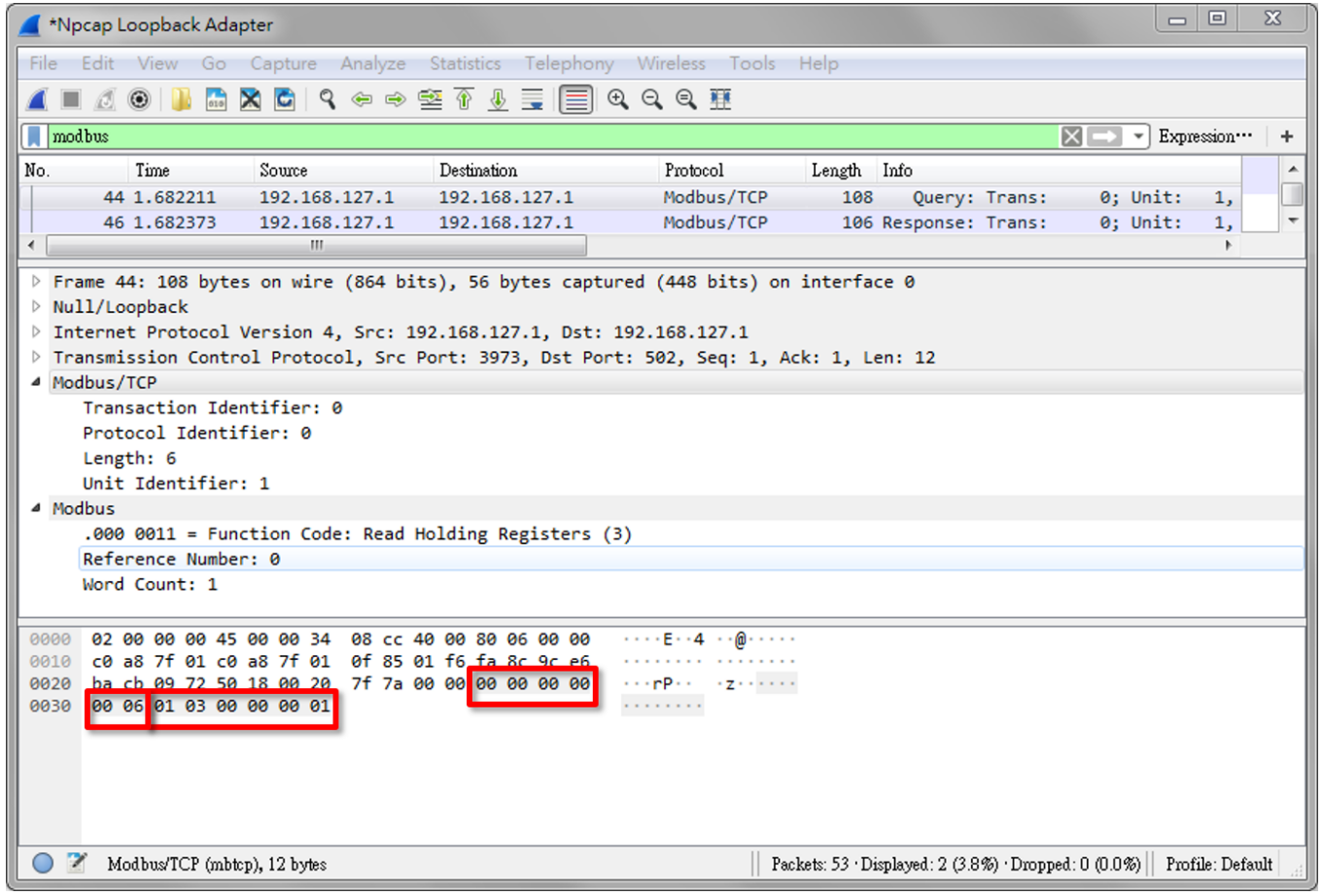
- 傳至 01 號設備
- 請求執行 06 號功能
  - 寫入保持寄存器（Read Holding Registers）
- 內文為 40 00 00 01
  - 以 06 號命令的解釋法為，於 40 00 寫入 00 01 之內容。
- 檢查碼 5D CA

Modbus TCP

- Modbus 於 TCP/IP 協定下之擴展
- 慣例 TCP 通訊埠號為 502



Modbus TCP 網路封包



PyModbus

- 以 Python 實現的 Modbus 通訊套件。
- 支援 Modbus RTU、 Modbus ASCII、 Modbus TCP 協議。

Modbus RTU 讀值示例

```
from pymodbus.client.sync import ModbusSerialClient

# 建立 RTU 客戶端，以 9600 N 8 1 開啟樹莓派 /dev/ttyUSB0 通訊埠
client = ModbusSerialClient(method='rtu', port='/dev/ttyUSB0', baudrate=9600,
                            parity='N', bytesize=8, stopbits=1)
# 讀取站號 1 號自 0x4000 開始共 1 個保持寄存器，儲存於變數 response
response = client.read_holding_registers(address=0x4000, count=1, unit=0x01)
# 於終端機顯示讀值
print(response.registers[0])
# 關閉客戶端
client.close()
```

Modbus RTU 寫值示例

```
from pymodbus.client.sync import ModbusSerialClient

# 建立 RTU 客戶端，以 9600 N 8 1 開啟樹莓派 /dev/ttyUSB0 通訊埠
client = ModbusSerialClient(method='rtu', port='/dev/ttyUSB0', baudrate=9600,
                            parity='N', bytesize=8, stopbits=1)
# 寫入站號 1 號 0x4000 之保持寄存器，內容為 0x0001
response = client.write_register(address=0x4000, value=0x0001, unit=0x01)
# 關閉客戶端
client.close()
```

Modbus TCP 讀值示例

```
from pymodbus.client.sync import ModbusTcpClient


# 建立 TCP 客戶端，開啟 192.168.0.254:502 通訊埠
client = ModbusTcpClient(host='192.168.0.254', port=502)
# 讀取站號 1 號自 0x4000 開始共 1 個保持寄存器，儲存於變數 response
response = client.read_holding_registers(address=0x4000, count=1, unit=0x01)
# 於終端機顯示讀值
print(response.registers[0])
# 關閉客戶端
client.close()
```

Modbus TCP 寫值示例

```
from pymodbus.client.sync import ModbusTcpClient


# 建立 TCP 客戶端，開啟 192.168.0.254:502 通訊埠
client = ModbusTcpClient(host='192.168.0.254', port=502)
# 寫入站號 1 號 0x4000 之保持寄存器，內容為 0x0001
response = client.write_register(address=0x4000, value=0x0001, unit=0x01)
# 關閉客戶端
client.close()
```

PyModbus 自學

- https://pymodbus.readthedocs.io/en/latest/ 官網
  - 有完整的文件記載套件內所有類型與方法。
  - 提供大量的範例代碼，包含通步非同步客戶端、遠端轉發器等。